

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



AUSGEGEBEN AM
6. APRIL 1961

DEUTSCHES PATENTAMT

PATENTCHRIFT

Nr. 974 697

KLASSE 21 c GRUPPE 45 03

INTERNAT. KLASSE H 02 c ———

p 51 560 VIII b/21 c D

Hein Moeller, Bonn
ist als Erfinder genannt worden

Klößner-Moeller Elektrizitäts-G.m.b.H., Bonn

Schütz zum Schalten von Wechselstrommotoren

Patentiert im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland vom 10. August 1949 an
Patentanmeldung bekanntgemacht am 17. Mai 1950
Patenterteilung bekanntgemacht am 16. März 1961

Schütze werden vorzugsweise zum Schalten von Motoren verwendet. Motore, insbesondere Käfigläufermotore stellen hohe Anforderungen an die Schaltleistung, vor allem an das Einschaltvermögen des Schalters, denn beim Einschalten treten kurzzeitig Ausgleichströme auf, die den 12fachen Betrag des Motornennstromes erreichen. Der Ausgleichstrom klingt sehr schnell ab, so daß er sich zwar auf Erwärmungsvorgänge beim Schalter nicht auswirkt, wohl aber auf den Einschaltabbbrand und die Einschaltfestigkeit (Schweißsicherheit).

Es bereitet Schwierigkeiten einem Schütz gleichzeitig hohe Einschaltfestigkeit, große Abschaltleistung und ausreichende Lebensdauer zu verleihen. In seinen Grundzügen ist die Konstruktion eines Schützes mit hoher Schaltstücklebensdauer durch die Verwendung von Edelmetall als Abbrandmaterial vorgegeben. Edelmetall, z. B. Silber, hat sich in Luft als sehr

vorteilhaftes Abbrandmaterial erwiesen. Um diesen Vorteil jedoch voll ausnutzen zu können, muß jeglicher mechanischer Verschleiß der Schaltstücke vermieden werden. Dies ist nur bei für Tastkontaktgabe ausgebildeten Schaltstücken gewährleistet, die jedoch den Nachteil haben, daß sie stark zu Prellschlägen neigen. Der Prellschlag wirkt sich auf die Einschaltfestigkeit und den Einschaltverschleiß sehr ungünstig aus. Zur Prellschlagreduzierung ist es unter anderem notwendig, die Einschaltgeschwindigkeit in gewissen Grenzen zu halten. Der Schaltmagnet ist sparsam zu dimensionieren, und Magnethub, Kontaktdurchhub sowie Kontaktdruckkräfte sind so aufeinander abzustimmen, daß während des Leerhubes des Magneten der Kräfteüberschuß so klein wie möglich wird.

Für die Einschaltfestigkeit eines Gerätes sind im wesentlichen die Kontaktdruckkräfte und das Prellverhalten der Schaltstücke von entscheidendem Ein-

fluß. Größere Kontaktdruckkräfte erfordern aber einen kräftigeren Schaltmagneten, der naturgemäß während des Leerhubes auch über einen größeren Kraftüberschuß verfügt, das Prellverhalten verschlechtert und damit den Gewinn an Einschaltfestigkeit in Frage stellt.

Die Erfindung macht sich die erzielten Fortschritte bei der Beherrschung des Prellschlages zunutze und hat den Zweck, den an sich während einer Schaltstückdurchfederung zwangsläufig anfallenden Kraftüberschuß durch Betätigung von ein oder zwei weiteren parallel arbeitenden Schaltstücken für eine Verbesserung des Einschaltvermögens von Schützen zum Schalten von Wechselstrommotoren zu erschließen.

Anordnungen mit Parallelschaltstücken sind an sich bereits bekannt. Diese bekannten Anordnungen arbeiten entweder gleichzeitig oder in gestaffelten Durchhüben. Sie dienen bisher jedoch ausschließlich der Beherrschung von höheren Strömen im Dauerbetrieb oder dem Schutz der für die Dauerstromführung vorgesehenen Kontaktstellen vor Lichtbogenbeanspruchung oder auch einer gewissen Steuerung des Ausschaltvorgangs. Anordnungen mit Parallelschaltstücken, die in gestaffelten Durchhüben arbeiten, sollen dabei vorzugsweise durch Variation des Kontaktwerkstoffes jedem Schaltstück eine besondere Aufgabe zuordnen, z. B. Kupfer oder Silber als Stromkontaktstellen und Kohle oder Wolfram als Abbrennstücke. Wegen des unedlen Kontaktwerkstoffes ist dabei mindestens eines der Schaltstücke als Reibkontakt ausgebildet. Die bekannten Anordnungen arbeiten mit Durchhubstaffelungen von 3 bis 7 mm Unterschied, die Schaltstücke besitzen stark unterschiedliche Kontaktdruckkräfte und weisen Prellzeiten von mehr als 10 Millisekunden auf, so daß bei diesen eine gegenseitige Entlastung und eine anteilmäßige Strombelastung frühestens 10 bis 20 Millisekunden nach der ersten Kontaktgabe wirksam werden kann.

Demgegenüber besteht die Erfindung darin, daß unter Ausnutzung der durch einen Kniehebel gegebenen Antriebscharakteristik und unter Verwendung prellarmer Schaltstücke mit Edelmetallauflage für die Durchhubstaffelung eine die Einschaltfestigkeit verbessernde zeitliche Bindung an das Motoranlaufdiagramm vorgesehen ist, die sich durch geeignete Wahl der Arbeitspunkte für die Einzelschaltstücke entsprechend den durch die Antriebscharakteristik während des Schaltweges vorgegebenen Kräfte- und Geschwindigkeitsverhältnissen in einfacher Weise verwirklichen läßt.

Die nachfolgend beschriebene und an Hand der Abb. 1 und 2 in ihrem Prinzip erläuterte Erfindung betrifft somit ein Schütz zum Schalten von Wechselstrommotoren mit Mehrfachunterbrechung sowie mit in gestaffelten Durchhüben parallel arbeitenden, für Tastkontaktgabe ausgebildeten, mittels Kniehebels betätigten prellarm einschaltenden Schaltstücken mit Edelmetallauflage, bei welchem erfindungsgemäß der während der Durchfederung des ersten Schaltstückes anfallende Kraftüberschuß für die Einschaltfestigkeit des Gerätes nutzbar gemacht ist durch Betätigung

von einem oder zwei weiteren parallel arbeitenden Schaltstücken, deren Durchhübe entsprechend der Antriebscharakteristik derart auf die Schaltbrückengeschwindigkeit abgestimmt sind, daß die gegenseitige Entlastung und anteilmäßige Strombelastung der Einzelschaltstücke vor Erreichen des Maximums der beim Motoranlauf auftretenden kurzzeitigen und einmaligen Ausgleichstromspitze wirksam wird.

Die Zeitwerte für die erfindungsgemäße Zuordnung zwischen Schaltstückstaffelung und Schaltgeschwindigkeit ergeben sich aus dem Motoranlaufdiagramm. Dem Stromverlauf des sinusförmigen Wechselstromes selbst können diese Werte nicht entnommen werden, weil die Stromanstieggeschwindigkeit z. B. bei einem Leistungsfaktor nahe $\cos \alpha = 1$ bereits so steil ist, daß je nach Einschaltaugenblick der Scheitelwert bereits innerhalb von 0,001 Sekunden erreicht sein kann, also auch bei praktisch prellarm schaltendem Kontaktapparat in die Prellzeit fällt. Beim Schalten von Wechselstrommotoren beginnt dagegen der Stromanstieg stets mit Null und mit sinusförmigem Verlauf. Darüber hinaus erreichen die dabei auftretenden Ausgleichstromspitzen ihr Maximum erst etwa 0,007 bis 0,008 Sekunden nach dem Einschalten, also nach einer Zeit, die erheblich größer ist als die Prellzeit moderner Geräte. Abb. 1 zeigt den zeitlichen Verlauf der Einschwingströme beim Einschalten eines Käfigläufermotors sowie deren Hüllkurve. Nach einer Zeit t_1 , die kleiner ist als die Zeit bis zum Auftreten der Ausgleichstromspitze, hat der Strom im ungünstigen Fall einen Wert J_1 erreicht. Dieser Wert J_1 möge dem Grenzstrom entsprechen, den das Schaltstück bei einer gewissen Kontaktdruckkraft ohne Verschweißung zu schalten vermag. Die Kontaktdruckkraft ist vorgegeben durch die im Augenblick der ersten Schaltstückberührung verfügbare Zugkraft des Schaltmagneten. Da sich während der Zeit t_1 der Luftspalt des Magneten verkleinert und die Zugkraft entsprechend wächst, ist es möglich, mit demselben Schaltmagneten unter Ausnutzung des während des Durchhubes auftretenden Kraftüberschusses ein weiteres, parallel zu dem ersten arbeitendes Schaltstück zu betätigen. Kommt zur Zeit t_1 ein zweites parallel geschaltetes Schaltstück mit der gleichen Kontaktdruckkraft wie das erste zum Eingriff, dann werden beide Schaltstücke nur noch mit je $\frac{1}{2} \cdot J_1$ belastet. Der Grenzstrom, den eine solche Kombination theoretisch ohne Verschweißen zu schalten vermag, beträgt nunmehr $2 \cdot J_1 = J_2$. Da mit Prellungen der Schaltstücke zu rechnen ist, muß das zweite Schaltstück zweckmäßig bereits um seine Prellzeit Δt eher, also zur Zeit $t_1 - \Delta t$ zum Eingriff kommen.

Voraussetzung für das erfindungsgemäße Schütz ist daher ein Kontaktapparat mit Prellzeiten Δt kleiner als t_1 sowie ein Kraftantrieb mit einer Charakteristik, die im Durchhubbereich des Kontaktapparates so steil ist, daß ein weiteres Schaltstück mit ausreichender Kontaktkraft durch den während der Durchfederung zu der Zeit $t_1 - \Delta t$ bereits angefallenen Kraftüberschuß betätigt werden kann.

Diese Voraussetzung erfüllt der an sich bekannte Kniehebel, durch den bei entsprechender Wahl der Hebelverhältnisse die notwendige Geschwindigkeits-

reduzierung für ein prellarmes Einschalten und eine hinreichende steile Antriebscharakteristik erzielt werden können.

An Hand der in Abb. 2 schematisch dargestellten 5 Anordnung für das Beispiel eines Schalterpols mit vier Unterbrechungsstellen sei das erfindungsgemäße Schütz näher erläutert. Durch den Anker 1 des Schaltmagneten 2, 3 wird über den Kniehebel 4 die Schaltbrücke 5 betätigt, welche die mit den Trenn- 10 stellen 6 und 7 bzw. 8 und 9 zusammenwirkenden, für Tastkontaktgabe ausgebildeten beweglichen Schaltstücke 10 und 11 trägt. Die Schaltstücke 10 und 11, deren Kontaktdruckfedern nicht dargestellt sind, arbeiten parallel und unterteilen die Strombahn R in 15 zwei Parallelstrompfade A und B. Die Strombahn R kann auch durch drei Parallelschaltstücke in drei Parallelstrompfade unterteilt sein. Die Schaltstückdurchhübe, also die Arbeitspunkte, bezogen auf die Antriebscharakteristik, sind erfindungsgemäß so gewählt, daß bei der durch den Magnet und die Knie- 20 hebelübersetzung im Durchhubbereich vorgegebenen Schaltbrückengeschwindigkeit der Schaltverzögerung, d. h. die Zeit, die von der ersten Kontaktgabe im Strompfad A bis zur ersten Kontaktgabe im Strompfad B verstreicht, wesentlich kleiner ist als die Zeit, nach 25 der das Maximum des Ausgleichstromes auftritt, so daß die gegenseitige Entlastung und anteilmäßige Strombelastung der Schaltstücke 10 und 11 vor Erreichen dieser Anlaufstromspitze wirksam wird. Aus dem Motoranlaufdiagramm Abb. 1 ergeben sich als 30 zulässige Verzugszeiten für zwei Parallelschaltstücke etwa 0,002 Sekunden, für drei Parallelschaltstücke etwa 0,015 bzw. 0,03 Sekunden nach Kontaktgabe der zuerst schließenden Schaltstücke 10. Unter Berücksichtigung der obengenannten Voraussetzungen ent- 35 spricht das einer Staffelung der einzelnen Durchhubstufen von etwa 0,5 bis 1,5 mm.

Zur Bewältigung einer großen Ausschaltleistung ist 40 jede Strombahn mit vier Unterbrechungsstellen 6, 7, 8 und 9 versehen. Dadurch wird die Gefahr einer Wiederezündung nach dem Nulldurchgang des Stromes weitgehend vermieden, so daß die Lichtbogenzeit während des Ausschaltvorganges meist auf eine 45 Halbwelle beschränkt bleibt. Außerdem wird durch die Vierfachunterbrechung die Gesamtlänge des Ausschaltbogens mit vierfacher Geschwindigkeit gegenüber der einfachen Unterbrechung vergrößert. Entsprechend wächst der induktionsfreie Widerstand des zu schaltenden Kreises, wodurch die Abschaltbedin- 50 gungen verbessert werden. Beide Momente tragen zur Verringerung des Ausschaltverschleißes bei.

Gegenüber den bekannten Anordnungen mit in 55 gestaffelten Durchhüben arbeitenden Parallelschaltstücken hat die erfindungsgemäße Anordnung wegen der zeitgebundenen Staffelung prellarmer Schaltstücke mit Edelmetallauflage den Vorteil, daß die Stromverteilung schon erheblich vor dem Auftreten der Anlaufstromspitze des Motors wirksam wird. Die 60 dadurch erzielte Verbesserung der Einschaltfestigkeit bleibt dabei über den Neuzustand hinaus erhalten, weil ein Abbrand der voreilenden Schaltstücke den

Schaltverzögerung der Staffelung lediglich verkleinert und weil die Stromverteilung wegen des edlen Schaltstückmaterials nicht durch Fremdschichten gestört wird.

Bei vorgegebenem Magnetantrieb hat die erfindungs- 65 gemäße Anordnung gegenüber bekannten Anordnungen mit gleichzeitig arbeitenden Parallelschaltstücken den Vorteil eines größeren Abbrandvolumens. Ein um 1 mm voreilendes Schaltstück mit einer Kontaktfläche von 70 mm² hat beispielsweise ein zusätzliches Ab- 70 brandvolumen von 0,7 g Silber. Bei einem spezifischen Abbrand von etwa 0,15 ... 0,25 mg/1000 S, was einer Ausschaltbeanspruchung mit etwa 40 A entspricht, ergibt das eine zusätzliche Schaltstücklebensdauer von 2,8 ... 4,7 · 10⁶ Schaltspielen, also eine Größen- 75 ordnung, die für sich allein schon als Schaltstücklebensdauer genügen kann.

Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen An- 80 ordnung besteht darin, daß dank der neuartigen Kombination von Kniehebelbetätigung, Staffelung der Schaltstücke und Zeitbindung dieser Staffelung an das Motoranlaufdiagramm auch Schaltstücke mit Durch- 85 hieben in der Größenordnung von 0,5 mm, die bisher für den eigentlichen Schaltvorgang ungenutzt geblieben sind, zu einer beachtlichen Steigerung der Einschaltfestigkeit herangezogen werden können, und zwar unter optimaler Ausnutzung von ohnehin vor- 90 handenen Überschubkräften des Magnetantriebes. Ein Schütz gemäß der Erfindung kann demzufolge mit einem kleineren Magnetantrieb ausgerüstet werden und hat eine höhere Magnetlebensdauer als die bisher bekannten herkömmlichen Konstruktionen.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Schütz zum Schalten von Wechselstrom- 95 motoren mit Mehrfachunterbrechung sowie mit in gestaffelten Durchhüben parallel arbeitenden, für Tastkontaktgabe ausgebildeten, mittels Knie- 100 hebel betätigten, prellarm einschaltenden Schaltstücken mit Edelmetallauflage, dadurch gekennzeichnet, daß der während der Durchfederung des ersten Schaltstückes anfallende Kraftüberschuß für die Einschaltfestigkeit des Gerätes nutzbar 105 gemacht ist durch Betätigung von einem oder zwei weiteren parallel arbeitenden Schaltstücken, deren Durchhübe entsprechend der Antriebscharakteristik derart auf die Schaltbrückengeschwindigkeit abgestimmt sind, daß die gegenseitige Entlastung und anteilmäßige Strombelastung der Einzel- 110 schaltstücke vor Erreichen des Maximums der beim Motoranlauf auftretenden kurzzeitigen und einmaligen Ausgleichstromspitze wirksam wird.

2. Schütz nach Anspruch 1, dadurch gekenn- 115 zeichnet, daß jede Strombahn mindestens 4 Unterbrechungsstellen besitzt, wobei die vier Unterbrechungsstellen auch nur in der von den zuletzt öffnenden Parallelschaltstücken gebildeten Strombahn (Löschstrombahn) vorgesehen sein können.

In Betracht gezogene Druckschriften:

Deutsche Patentschriften Nr. 268 066, 391 156, 413 140, 441 738, 508 684, 539 555, 575 779, 734 134. 120

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

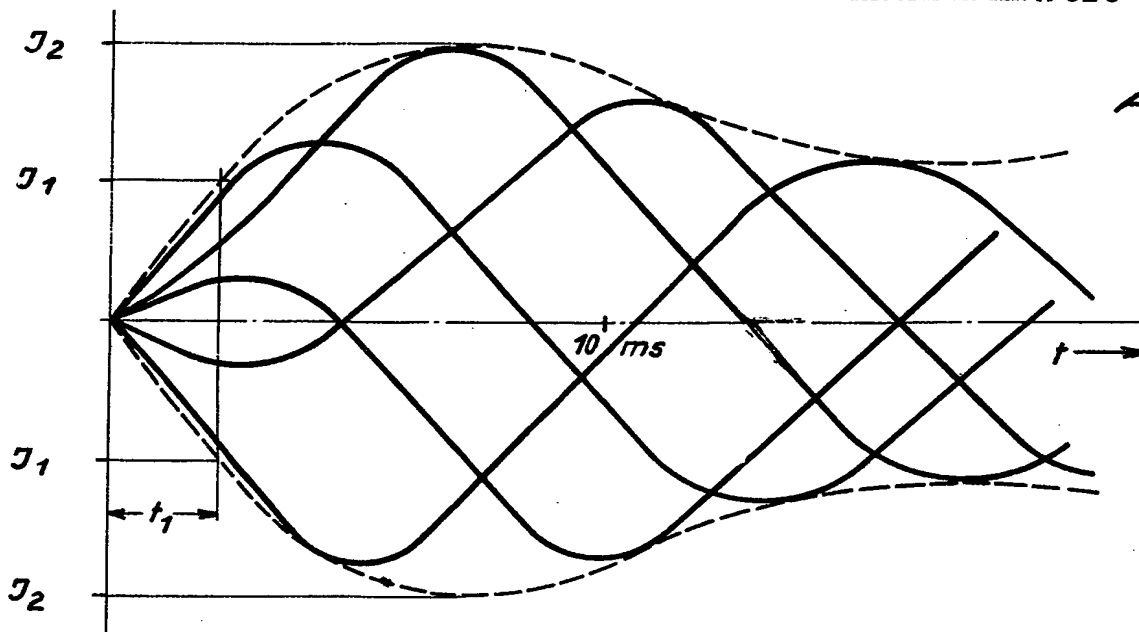


Abb. 1

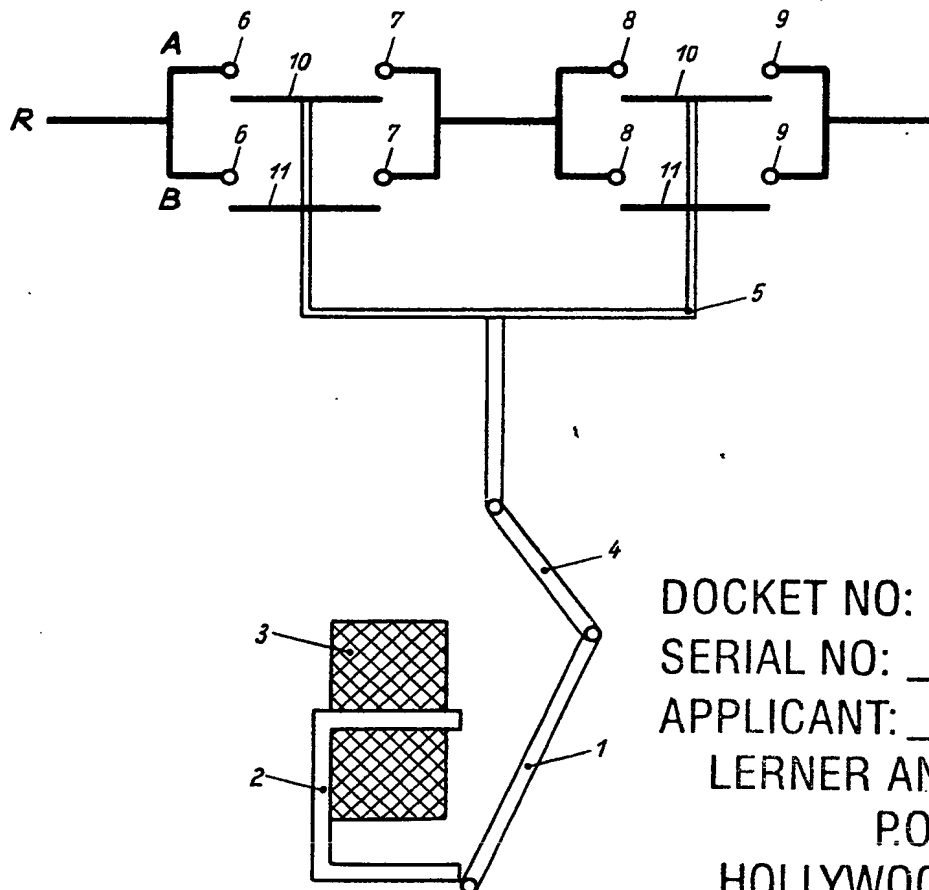


Abb. 2

DOCKET NO: GTP/US 3169

SERIAL NO: 09/851,054

APPLICANT: Jauert

LERNER AND GREENBERG P.A.

P.O. BOX 2480

HOLLYWOOD, FLORIDA 33022

TEL. (954) 925-1100